

高齢者の外出支援のためのセーフティキャップの開発

Development of Assisting Safety Cap for Elderly People in Outdoor Walking

川野 常夫 摂南大学理工学部 機械工学科

福井 裕 摂南大学理工学部

福田 将士 摂南大学理工学部

KAWANO, Tsuneo Department of Mechanical Engineering, Setsunan University

FUKUI, Yutaka Faculty of Science and Engineering, Setsunan University

FUKUTA, Shoji Faculty of Science and Engineering, Setsunan University

Abstract

A safety cap has been developed to assist elderly people safely in outdoor walking. The safety cap is equipped with a GPS sensor and three ultra-sonic range measuring modules. Latitudes and longitudes of hazard areas for individual elderly person are designated and stored into the memory beforehand. If the position of cap is detected within the hazard areas by GPS, both buzzers attached beside the right and left ears will be sounded as an alarm. Furthermore each buzzer corresponding to each direction is designed to be sounded when the ultra-sonic module gets closer to any objects within about 1 meter in length. An experiment was carried out to test the developed safety cap in real outdoors. As a result it was confirmed that the alarm system of safety cap operated properly.

キーワード: セーフティキャップ、GPS、超音波センサ、高齢者、警告システム

Keywords : safety cap, GPS, ultra-sonic sensor, elderly people, alarm system

1. はじめに

高齢者や視覚障がい者が外出した際の歩行を支援するものとして、手すり⁽¹⁾や杖（白杖）⁽²⁾、点字ブロック⁽³⁾、音声案内システム⁽⁴⁾などがあるが、それらで十分であるとは言えない。最近では、GPSを応用したもの^{(5),(6)}、PHSを応用したもの⁽⁷⁾、超音波センサや加速度センサなどを応用したもの⁽⁸⁾が開発されている。

本研究では、高齢者が手すりや杖などを頼りに歩行する際に、簡易に身に付けることができるものでありながら、歩行を支援するのに有用な補助ツールの開発を行う。ここでは簡易に身に付けることができるものとして、つば付きの帽子を取り上げ、それに1個のGPSセンサと3個の超音波センサを取り付けることによって、危険区域への立ち入りの防止や障害物への衝突の回避を支援するツールを開発する。本研究ではそのような帽子を「セーフティキャップ」と呼ぶ。

本研究が対象とする高齢者は、極度の障害がなく、一人で歩行が可能であるが、下記のような諸機能の低下が認められる大多数の高齢者とする⁽⁹⁾。

- (1) 目、耳の機能は低下している
- (2) スマホや携帯電話は使いづらい
- (3) 足腰が衰え、しっかりと歩くことができない
- (4) 道に迷うことがある

さらに、本研究では高齢者が外出時に補助的に使用するもので、気楽に身につけられるものとする。

2. セーフティキャップの開発

2-1 概要

図1に本研究で開発したセーフティキャップの外観を示す。頭頂部付近には GPS センサを取り付けている。両耳の付近、および後頭部には超音波距離センサを、合計 3 個取り付けている。また両耳の付近には警報を鳴らせるブザーを 1 個ずつ取り付けている。さらにキャップの後方には、センサ類を制御する CPU と集約するインタフェースを取り付けている。以上の装置類の駆動電源として、9V の乾電池を装着している。左側方には高齢者であり、ロービジョン者であることを第3者に周知させるために青地の布を貼り付けている。

以上のキャップの総重量は 300g である。

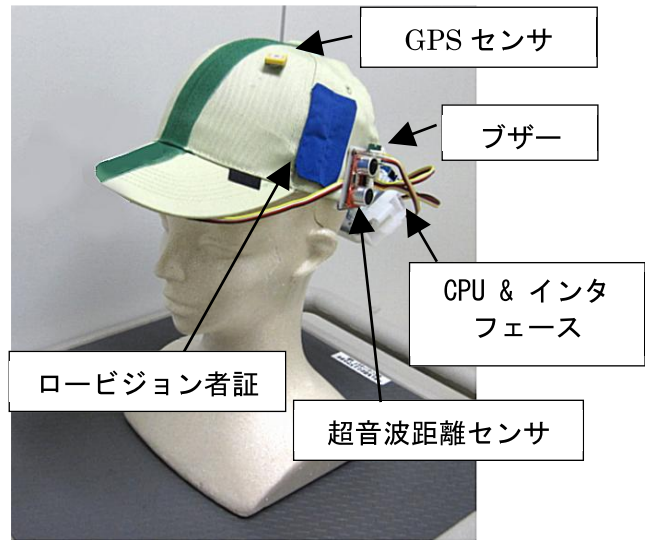


図1 セーフティキャップのプロトタイプ

2-2 ハードウェア構成

図2に使用したパーツ類を示す。(a)は制御用に用いたマイコン Arduino Uno を示している。(b)は CPU とセンサ類を接続する入出力インタフェースの役割をする GROVE ベースシールドを示している。(c)は GROVE 用の GPS で、GPS モジュール E-1612-UB (u-blox 社) を搭載している。マイコンとの通信はシリアル通信であり、位置測定精度は 5m である。GPS モジュールからは、NMEA というフォーマットの文字列が送られてくる。データはカンマ区切りになっており、その中から、緯度と経度を取り出す。(d)は GROVE 用の超音波距離センサである。測定範囲は 3~400cm、分解能は 1cm である。マイコンとの通信は I2C 通信となっている。(e)は GROVE 用のブザーである。電圧 On でブザーが鳴る。

3 個の超音波距離センサは、左右のセンサが 180mm 離れ、後方のセンサは頭頂から 90mm 離れた位置に配置する。

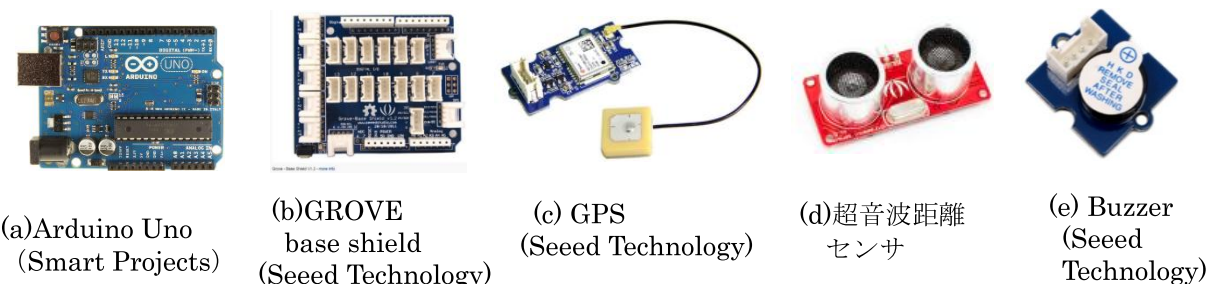


図2 使用したパーツ

2-3 データ処理の流れ

超音波距離センサ、および GPS センサからのデータの処理を以下に示す。開発プログラムは C 言語を用いる。図 3 に障害物の位置に対して左右のブザーから発するアラームの識別を示す。

(1) 右側の超音波距離センサから距離を取り出す。取り出した距離がしきい値 (1m) 以下であれば、右のブザーを間欠的に鳴らす (図 3 (a))。

すなわち、右に障害物が 1m 以内にあると右のブザーを間欠的に鳴らす (プー、プー、プー)。

(2) 左側の超音波距離センサから距離を取り出す。取り出した距離がしきい値 (1m) 以下であれば、左のブザーを間欠的に鳴らす。

すなわち、左に障害物が 1m 以内にあると左のブザーを間欠的に鳴らす (プー、プー、プー)。

(3) 左右同時に障害物が 1m 以内にあると左右のブザーを交互に間欠的に鳴らす (プー、プー、プー) (図 3 (b))。

(4) 後方の超音波距離センサから距離を取り出す。取り出した距離がしきい値 (1m) 以下であれば、左右のブザーを同時に間欠的に鳴らす (図 3 (c))。

すなわち、後方に障害物が 1m 以内にあると左右のブザーを同時に間欠的に鳴らす (プー、プー、プー)。

(5) 左右と後方に同時に障害物が 1m 以内にあると、後方への警告を優先し、左右のブザーを同時に間欠的に鳴らす

(6) GPS から緯度と経度を取り出す。取り出した緯度・経度が危険区域内であれば、左右のブザーを連続的に鳴らす。危険区域の指定は後述するように、事前にプログラム上で指定しておく。

2-4 危険区域の指定

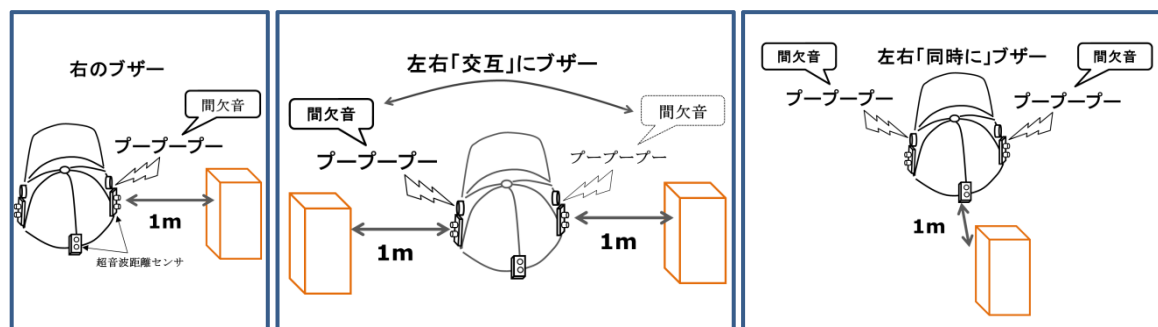
セーフティキャップを使用する高齢者が危険な場所に立ち入らないように予め危険区域を指定する。危険区域とは、例えば、池である場所、交通量の多い道路、階段になっている場所、崖などである。図 4 に危険区域の指定例を示す。地図上に 5m 四方のマスを描き、マス単位で危険区域を指定する。プログラム上では、危険区域を 1、そうでない区域を 0 とした配列を扱う。

国土地理院の測量計算サイト (<http://surveycalc.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/bl2stf.html>) を参考に、5m を緯度、経度になおと、マス 1 つ分は、

緯度方向 (縦) は、0.000045075

経度方向 (横) は、0.000054625

となる。



(a) 右側方に障害物

(b) 左右同時に障害物

(c) 後方に障害物

図 3 ブザーによるアラームの識別

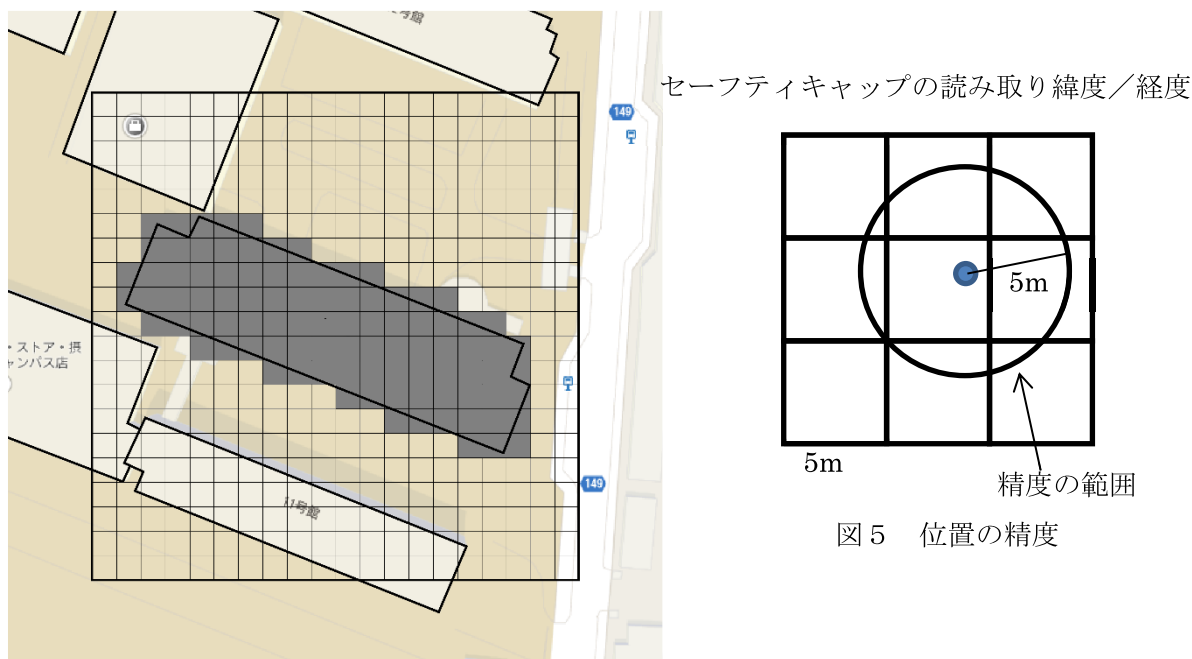


図4 危険区域の指定例（黒いマス）

図5にセーフティキャップの位置精度の概要図を示す。用いたGPSの精度が5mであるため、セーフティキャップのGPSから読み取った緯度/経度には、誤差があり、真の値はその点を中心に半径5mの円の中にあることになる。したがって読み取った位置の区域を中心として、実際はその8近傍の区域に居る可能性があるということである。このことを踏まえ、立ち入ってはいけない危険区域を大き目に指定しておく必要がある。

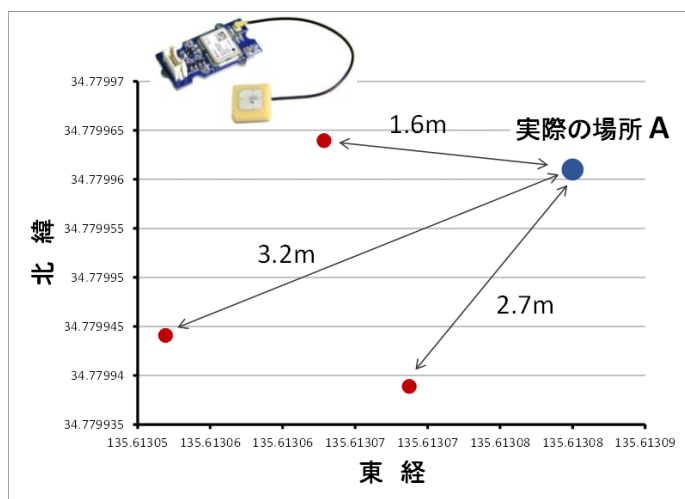


図6 GPS（u-blox、E-1612-UB）の精度測定結果

3. 実験

3-1 精度測定

本研究で用いたGPS（u-blox、E-1612-UB）がどの程度の精度があるかを確認する実験を行った。図6にその結果の1例を示す。図は実際の場所Aにおいて3回測定した結果をプロットしており、それぞれ距離にして1.6m、3.2m、2.7mの誤差が認められた。他の地点についても同様に測定した結果、平均と標準偏差で $2.1 \pm 0.75\text{m}$ の誤差となった。これは公称値（5m）内に収まっており、比較的よい精度で測定できていることがわかる。

次に本研究で用いた超音波距離センサ（Seeed Technology SEN136B5B）の指向性特性を測定した結果を図7に示す。これより、180cmまでの距離を測定することができ、音圧半減角は 60° であることがわかった。

3-2 フィージビリティテスト

図4で指定した危険区域をもとに、実際の場所を歩行する実験を22歳、男性1名について行った。図8に実験の様子を示す。本実験は開発したセーフティキャップの可動性を評価することを目的としたため、実験は大学構内の安全な場所で実施した。

実験の結果、警報が鳴るべき区域が1マスずれて鳴らなかった場所や鳴るべきでない区域が1マスずれて鳴った場所が存在した。この結果は、図5で述べた内容と一致しており、矛盾はなかった。

また、超音波距離センサが設計どおりに反応するかどうかを確認した。障害物の方向によっては1m以内にあっても警報が鳴らない場合があった。また、1mを少し超えても警報が鳴る場合があった。

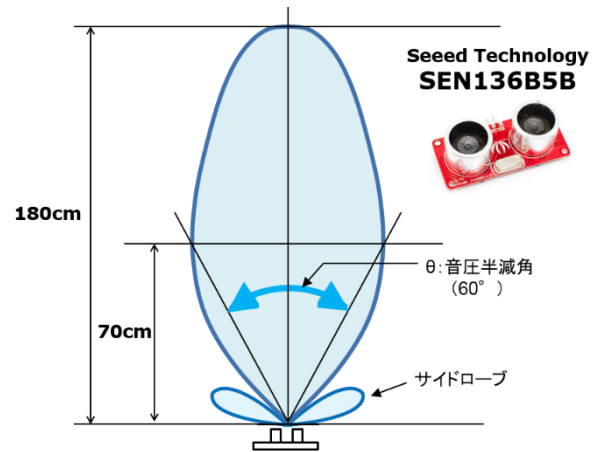


図7 超音波距離センサの指向性特性

4. おわりに

本研究では、高齢者が手すりや杖などを頼りに歩行する際に、簡易に身に付けることができ、歩行を支援するのに有用な補助ツールとしてセーフティキャップを開発した。これは、つば付きの帽子に1個のGPSセンサと3個の超音波センサを取り付けることによって、危険区域への立ち入りの防止や障害物への衝突の回避を支援するものである。

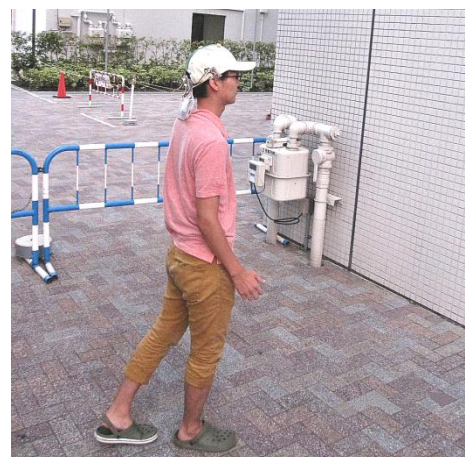
超音波距離センサは、1m以内に障害物があると警報を鳴らすようにした。しかも、障害物の方向がわかるように警報を鳴らすパターンを変えた。また、GPSにより緯度/経度を読み取り、予め指定しておいた池や交通量の多い道路などの危険区域にあるかどうかを判定し、危険区域内であれば警報を鳴らすシステムを構築した。

その結果、超音波距離センサについては、1m前後で警報が鳴ることが確認できた。ただし、障害物の方向によっては精度が落ちることが明らかとなった。GPSについては、5m四方の8近傍で測定位置がずれることがあることがわかった。

セーフティキャップは頭に着用するだけで利用でき、非常に簡便であることが特徴である。また、材料費も比較的安価であり、今後さらに各パーツがコンパクトになることによって、ユーザビリティは向上する。



(a)実験に用いたセーフティキャップ



(b)歩行実験の様子

図8 セーフティキャップのフィージビリティテスト

また、本研究のセーフティキャップは、平均的な高齢者を対象としたが、車いすを利用する高齢者が外出する際に使用することも可能である。また、視覚障がい者が白杖を用いて歩行する際にも、着用すれば補助的な役割を果たすものと考えられる。さらに認知症を患った人が徘徊するケースでは、GPSの位置情報を家族に報せる機能を持たせることによって、有用なツールとなると考えられる。今後、さらに精度の検討を行うとともに、実際の高齢者にとって実用的なものであるかどうかを検討する必要がある。

参考文献

- (1) 近藤浩輝, 松本直司, 山本哲也, 「手摺が有る屋外上り階段に向かう街路空間の期待感: 屋外階段を伴う街路空間における期待感に関する研究 その2(印象評価・期待感(1)), 建築計画 I」, 日本建築学会, 学術講演梗概集. E-1 (2011), pp.843-844.
- (2) 人見 優, 森 傑, 「視覚障害者の白杖の使い方と空間知覚に関する基礎的研究」, 日本建築学会計画系論文集, 611 (2007), pp.75-82.
- (3) 藤原高之, 間漫哲也, 長谷川孝明, 「視覚障害者誘導用ブロックを用いた M-CubITS 歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムにおける位置特定について」, 信学技報, ITS2013-78 (2014), pp.85-90.
- (4) 畠山卓朗, 伊藤啓二, 白鳥哲夫ほか, 「音声歩行案内システム」, ヒューマンインタフェース, 82-7 (1999), pp.35-40.
- (5) 鈴木拓弥, 山脇博紀, 生田目美紀, つくばユニバーサル・デザインマップ, デザイン学研究作品集, 18-18 (2013), pp.38-43.
- (6) 石川 准, 兵藤安昭, 「GPS による視覚障害者歩行支援システムの開発」, 電子情報通信学会技術研究報告, MoMuC2004-96, IA2004-27 (2005), pp51-56.
- (7) 松岡伸吾, 小川英邦, 榎 弘倫, 米沢良治, 「ウェアラブル徘徊高齢者介護支援システムの提案」, ライフサポート, 24-2 (2012), pp.79-85.
- (8) 和田親宗, 池田 克, 家永貴史ほか, 「歩行訓練支援のための靴型情報計測装置の開発: 位置計測精度向上の試み(障害者支援)」, 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学, 112-65 (2012), pp.39-44.
- (9) 加辺憲人, 黒澤和生, 西田裕介ほか, 「足趾が動的姿勢制御に果たす役割に関する研究」, 理学療法科学, 17-3 (2002), pp.199-204.

【原稿受付】2015 年 8 月 10 日、【掲載決定】2015 年 9 月 30 日

【著者連絡先】

川野 常夫 摂南大学、教授 e-mail: kawano@mec.setsunan.ac.jp
〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8、摂南大学理工学部 機械工学科